

EP 04/2961



EPO - Munich
83
19. April 2004

REC'D 10 MAY 2004

WIPO

PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 33 477.7

Anmeldetag: 22. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Aloys W o b b e n, 26607 Aurich/DE

Bezeichnung: Strömungskanal für Flüssigkeiten

IPC: F 15 D, F 17 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kahle

Bremen
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Günther Eisenführ
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser
Dr.-Ing. Werner W. Rabus
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken
Jochen Ehlers
Dipl.-Ing. Mark Andres
Dipl.-Chem. Dr. Uwe Stickenböhmer
Dipl.-Ing. Stephan Keck
Dipl.-Ing. Johannes M. B. Wasiljeff
Patentanwalt
Dipl.-biotechnol. Heiko Sendrowski

Rechtsanwälte
Ulrich H. Sander
Christian Spintig
Sabine Richter
Harald A. Förster

Martinistrasse 24
D-28195 Bremen
Tel. +49-(0)421-3635 0
Fax +49-(0)421-3378 788 (G3)
Fax +49-(0)421-3288 631 (G4)
mail@eisenfuhr.com
http://www.eisenfuhr.com

Hamburg
Patentanwalt
European Patent Attorney
Dipl.-Phys. Frank Meier

Rechtsanwälte
Rainer Böhm
Nicol A. Schrömgens, LL. M.

München
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Phys. Heinz Nöth
Dipl.-Wirt.-Ing. Rainer Fritsche
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Gerstl
Dipl.-Ing. Olaf Ungerer
Patentanwalt
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

Berlin
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Henning Christiansen
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen
Dipl.-Ing. Jutta Kaden
Dipl.-Phys. Dr. Ludger Eckey

Alicante
European Trademark Attorney
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Bremen, 22. Juli 2003

Unser Zeichen: W 2468 MAN/KGG/bk/bes/ram

Anmelder/Inhaber: WOBGEN, Aloys
Amtsaktenzeichen: Neuanmeldung

Aloys Wobben
Argestraße 19, 26607 Aurich

Strömungskanal für Flüssigkeiten

Die Erfindung betrifft einen Strömungskanal für Flüssigkeiten.

Flüssigkeiten oder auch Gase werden bekanntlich in den unterschiedlichsten Lebensbereichen durch unterschiedlichst gestaltete Strömungskanäle hindurchgeleitet. Zweck ist dabei häufig ein Stofftransport und/oder 5 Energietransport. Beispiele für Strömungskanäle für Flüssigkeiten sind Rohrleitungen etwa in der Haustechnik oder Verfahrens- oder Energietechnik oder Strömungskanäle in Strömungsmaschinen wie beispielsweise Wasserturbinen oder Kläranlagen. Im biologischen Bereich sind Strömungskanäle beispielsweise in Form 10 von Adern zum Bluttransport realisiert.

Eine entscheidende Kenngröße von Strömungen durch Strömungskanäle ist der im wesentlichen durch Reibung und Umlenkungen bedingte Strömungswiderstand, der häufig in Form von standardisierten Kennwerten wie dem Widerstandsbeiwert ausgedrückt wird. Die Berücksichtigung des Strömungswiderstandes ist für die

Auslegung von Strömungskanälen wie Rohrleitungen und die Dimensionierung von Pumpen oder anderen druckerzeugenden Organen von zentraler Bedeutung.

Der Strömungswiderstand und die bei der Strömung entstehenden Reibungsverluste müssen selbstverständlich möglichst weit minimiert werden, so
5 dass beispielsweise der erforderliche Energieaufwand zum Pumpen somit letztlich der Energieverbrauch für eine Anlage möglichst klein gehalten werden kann. Dies ist bei der Gestaltung von Strömungskanälen zu berücksichtigen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten oder auch Gase bereitzustellen, der so gestaltet ist, dass möglichst geringe Verluste
10 bei der Strömung, insbesondere geringe Reibungsverluste auftreten. Weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten anzugeben, bei dem sich unterschiedliche Strömungsbereiche einstellen.

Die Erfindung löst die Aufgabe bei einem Strömungskanal der eingangs genannten Art dadurch, dass mindestens eine den Strömungskanal begrenzende Wand derart
15 ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und gleichzeitige tangential Strömungskomponente hat.

Überraschend hat sich bei den Versuchen ergeben, dass durch einen erfindungsgemäßen Strömungskanal aufgrund dessen Wandgestaltung wenigstens
20 abschnittsweise eine Strömung mit axialer und tangentialer Strömungskomponente entsteht, wodurch der Strömungswiderstand gegenüber herkömmlichen Strömungskanälen signifikant verringert wird. Diese Verringerung des Strömungswiderstandes bewirkt in vorteilhafter Weise, dass die energetischen Verluste der Strömung, die Druckverluste und der Widerstandsbeiwert reduziert
25 sind. Es ist somit eine geringere Pumpenleistung zur Erzeugung eines bestimmten Volumen- oder Massenstroms einer Flüssigkeit erforderlich, als bei herkömmlichen Strömungskanälen. Damit kann beispielsweise bei Rohrleitungen die aufzubringende Pumpenleistung deutlich verringert werden. Aber auch bei Strömungsmaschinen, Wasserkraftanlagen oder dgl. sind die Strömungsverluste
30 erfindungsgemäß reduzierbar und somit die Wirkungsgrade erhöht.

Vorzugsweise ist bereichsweise oder vollständig eine zirkulierende Spiralströmung ausgebildet. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass durch eine Wandgestaltung, die eine Art von zirkulierender Spiralströmung durch den Strömungskanal verursacht, geringere Strömungswiderstände und somit Strömungsverluste auftreten.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die Länge eines vollständig einmal in sich verwundenen Rohrabschnitts (Wellenlänge) in einem bestimmten Verhältnis zur Länge der kleinsten Halbierenden der Querschnittsfläche des Strömungskanals steht, welches im Bereich 6 bis 7, besonders bevorzugt im Bereich von 6,44 liegt. Durch die nicht zylindrische Ausbildung des Strömungsquerschnitts und einer Tordierung oder Verwindung in axialer Richtung lässt sich eine wenigstens teilweise spiralähnliche Strömung mit axialer und tangentialer Strömungskomponente mit geringem Strömungswiderstand auf konstruktiv einfache Weise verwirklichen.

Es hat sich auf aufgrund von Versuchen gezeigt, dass sich bei dem oben angegebenen Verhältnis zwischen Wellenlänge und Ausdehnung der Querschnittsfläche besonders geringe Widerstandsbeiwerte erzielen lassen. Eine konstruktiv und strömungstechnisch besonders bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die den Strömungskanal begrenzende Wand so geformt ist, dass der freie Strömungsquerschnitt des Strömungsrohres im Wesentlichen oval ist. Eine solche ovale Gestaltung bei gleichzeitiger In-Sich-Torsion des Strömungsquerschnitts lässt sich besonders gut bei einem Strömungsrohr verwirklichen.

Bei einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass das Verhältnis der Länge der längeren Achse des ovalen Strömungsquerschnitts zu der Länge der kürzeren Achse des Strömungsquerschnitts deutlich größer als 1, vorzugsweise größer oder etwa $\sqrt{2}$ ist. Auch hierdurch lassen sich die Widerstandsbeiwerte des Strömungskanals minimieren.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass sich der Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung verjüngt oder erweitert. Dadurch lassen

sich bei Beibehaltung der erfindungsgemäßen Vorteile die Strömungsverhältnisse, insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit erhöhen bzw. verringern.

Die Erfindung löst die Aufgabe ferner bzw. wird weitergebildet durch einen Strömungskanal für Flüssigkeiten, der so ausgebildet ist, dass sich innerhalb des
5 Kanals bei Durchströmen einer Flüssigkeit im Wesentlichen zwei Strömungsbereiche ausbilden, die sich nicht oder kaum durchdringen und die nach Art einer Doppelhelix umschlungen sind.

Durch eine solche Ausbildung des Strömungskanals und einer Strömung mit im Wesentlichen zwei Strömungsbereichen lassen sich ebenfalls geringe
10 Strömungswiderstände erzielen, so dass letztlich Pumpleistungen reduziert und Wirkungsgrade von Strömungsmaschinen verbessert werden. Darüber hinaus können unterschiedliche Phasen einer Strömung, etwa unterschiedliche Flüssigkeiten teilweise getrennt durch den Strömungskanal hindurch geführt werden oder trennen sich in mindestens teilweise unterschiedliche Phasen sogar bei
15 Durchströmung des Strömungskanals. Eine solche Trennung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass sich unterschiedliche Bestandteile einer Flüssigkeit mit unterschiedlichen Materialeigenschaften wie Dichten oder Viskositäten bevorzugt in bestimmten Bereichen des Strömungsquerschnitts bewegen, so dass eine Entmischung entstehen kann.

20 Der erfindungsgemäße Strömungskanal wird dadurch weitergebildet, dass sich innerhalb eines jeden Strömungsbereichs weitere Unterströmungsbereiche ausbilden, die ihrerseits wiederum miteinander verschlungen sind. Hierdurch lassen sich die Strömungsverhältnisse weiter verbessern und ggf. die zuvor beschriebenen Trenneffekte verbessern.

25 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die beiden Kernströmungskanäle im Wesentlichen kreisrund ausgebildet sind und einen Hauptfluidstrom bilden, und dass in dem Bereich des Strömungsrohrs, der nicht von den Hauptstromkernen besetzt ist, sich ein oder mehrere Nebenströme ausbilden, wobei zwischen einem Hauptstrom und einem Nebenstromgebiet kein oder
30 bevorzugt nur ein geringer Fluidaustausch stattfindet und bevorzugt im Nebenstromgebiet Fremdkörper im gesamten Fluidstrom transportiert werden. Auch

auf diese Weise können sich feste und flüssige oder unterschiedliche flüssige Phasen der Strömung ausbilden.

Die Erfindung ist nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines in einem Strömungsrohr ausgebildeten Strömungskanals;

Fig. 2a – f unterschiedliche Beispiele erfindungsgemäßer Strömungskanäle;

Fig. 3 Messergebnisse von Versuchen mit erfindungsgemäßen Strömungskanälen

- 10 Fig. 4 eine in einem erfindungsgemäßen Strömungskanal schematisch dargestellte Strömung mit unterschiedlichen Strömungsbereichen und

Fig. 5 eine schematische Querschnittsdarstellung der in Fig. 4 dargestellten Strömung.

- 15 Figur 1 zeigt in einer Seitenansicht ein Ausführungsbeispiel eines Strömungsrohres 2, in dem ein erfindungsgemäßer Strömungskanal 4 ausgebildet ist. Durch das Rohr 2 bzw. den Strömungskanal 4 können Fluide, d. h. Flüssigkeiten oder Gase hindurchströmen. Dabei kann es sich auch um mehrphasige Strömungen mit unterschiedlichen Flüssigkeitskomponenten und mit Festkörpern, etwa Partikeln oder dgl. handeln. Auch kann beispielsweise eine dreiphasige Strömung mit
- 20 flüssigen, gasförmigen und festen Komponenten durch Strömungskanal 4 hindurchströmen. Das Rohr 2 kann aus Kunststoff oder Metall gefertigt sein.

- Das Rohr 2 ist vorzugsweise so ausgebildet, dass der Strömungsquerschnitt im Wesentlichen oval ist, wie dies in den schematischen Darstellungen gemäß Fig. 2a) und Fig. 2b) gezeigt ist. Das Rohr 2 ist, wie Fig. 1 schematisch zeigt, in axialer
- 25 Richtung, d. h. in Richtung der Längsachse 3 in sich tordiert oder verwunden.

In dem in Fig. 1 dargestellten Abschnitt des Rohres 2 ist das Ausmaß der Torsion durch die Linie 5 veranschaulicht, die über die dargestellte Länge des Rohrabschnitts eine vollständige Drehung um 360 Grad vollführt; diese Länge einer einmaligen vollständigen Torsion wird hier auch als Wellenlänge bezeichnet. In der
5 Seitenansicht gemäß Fig. 1 ergeben sich aufgrund des ovalen Querschnitts (Fig. 2a und 2b) und der Torsion Rohrabschnitte größerer Breite und geringerer Breite. In Fig. 2a und 2b sind die Längen der kürzeren und längeren Achsen des im Wesentlichen ovalen Strömungsquerschnitts eingetragen. Durch experimentelle Untersuchungen ist herausgefunden worden, dass das Verhältnis der Länge der
10 längeren Achse a zu der kürzeren Achse b vorzugsweise größer oder gleich $\sqrt{2}$ sein sollte. Die Gestaltung der Wand des in Fig. 2a dargestellten Rohres 2 ist etwas weniger gekrümmt gegenüber der Gestaltung der Wände gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2b).

Bei Durchströmen einer Flüssigkeit durch den erfindungsgemäßen
15 Strömungskanal 4 bildet sich in dem Strömungskanal 4 eine Strömung aus, die nicht nur eine Strömungskomponente in axialer Richtung, d. h. in Richtung der Achse 3 aufweist, sondern auch eine Strömungskomponente in tangentialer Richtung bezogen auf die Achse 3. Dies ergibt sich aus der tordierten Gestaltung des Strömungskanals 4 bzw. des Rohres 2. Diese ist in den Figuren 1 und 2a
20 schematisch durch Pfeile 7 dargestellt. Es ergibt sich damit in dem Strömungskanal 4 im Wesentlichen eine zirkulierende, spiralförmige Strömung durch das Rohr 2.

Die in den Fig. 2c – f dargestellten alternativen Strömungsquerschnitte führen gleichermaßen zu einer erfindungsgemäßen Strömung mit einer axialen und tangentialen Strömungskomponente, mithin zu einer Art Spiralströmung in dem
25 Strömungskanal 4. Figur 2c stellt einen rechteckigen, Fig. 2d einen quadratischen, Fig. 2e einen dreieckigen, Fig. 2f einen achteckigen Strömungsquerschnitt dar. Auch eine sechseckige Gestaltung des Strömungsquerschnitts bzw. eines entsprechenden Strömungsrohres 2 ist erfindungsgemäß möglich. Auch diese Ausführungsbeispiele sind vorzugsweise so gestaltet, dass der
30 Strömungsquerschnitt in axialer Richtung (Achse 3) in sich tordiert ist.

Das Verhältnis der Wellenlänge zur Länge der kleinsten Halbierenden der Querschnittsfläche des Strömungsquerschnitts 4 steht in einem bestimmten Verhältnis, welches im Bereich von 6 bis 7 liegt.

Ergebnisse experimenteller Untersuchungen mit erfindungsgemäßen Strömungskanälen sind in Fig. 3 dargestellt. Es sind Messungen der Leistung einer Pumpe mit herkömmlichen zylindrischen Rohren sowie mit erfindungsgemäßen ovalen und in sich tordierten Rohren vorgenommen worden, wobei Wasser als Flüssigkeit verwendet wurde. In der Abbildung ist auf der vertikalen Y-Achse die aufgenommene Pumpenleistung und auf der horizontalen X-Achse der Mengenstrom des Wassers durch die jeweiligen Rohre dargestellt. Kurve 8 zeigt die aufgenommene Pumpenleistung für unterschiedliche Volumenströme für herkömmliche zylindrische Rohre und Kurve 10 zeigt dem gegenüber die Pumpenleistung für unterschiedliche Volumenströme für erfindungsgemäße ovale Rohre. Die Querschnittsflächen der zylindrischen bzw. ovalen Rohre sind konstant geblieben. Es ist erkennbar, dass die aufgenommene Pumpenleistung gemäß Kurve 10 für erfindungsgemäße Rohre bei gleichem Volumenstrom geringer ist als bei herkömmlichen Rohren.

Die Figuren 4 und 5 zeigen weitere erfindungsgemäße Strömungskanäle und darin sich ausbildende Strömungen mit schematischer Darstellung. Bei einer Verdrillung eines Strömungskanals bezogen auf die schematisch angedeutete Längsachse 3 eines Strömungskanals bilden sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit zunächst im Wesentlichen zwei größere Strömungsbereiche 12, 14 auf, die im Verlauf der Strömung umschlungen sind nach Art einer Doppel-Helix. Die Durchmischung der Bereiche 12, 14 ist gering. Innerhalb jedes Strömungsbereichs 12, 14 bilden sich Unterströmungsbereiche 16, 18 bzw. 20, 22 aus, die ihrerseits wiederum nach Art einer Doppel-Helix umschlungen sind. In diesen Unterströmungsbereichen 16 – 22 können sich wiederum ihrerseits miteinander verschlungene Unterströmungsbereiche ausbilden.

Wie die Figuren veranschaulichen, sind die beiden Haupt-Strömungsbereiche oder Kernströmungskanäle 12, 14 im Wesentlichen rund im Querschnitt ausgebildet. Benachbart zu den Kernströmungskanälen 12, 14 können sich Nebenströme oder Nebenstrombereiche 24, 26 ausbilden, in denen sich ggf. bestimmte Komponenten,

beispielsweise feste Bestandteile ansammeln können. Auf diese Weise ist eine Trennung von Bestandteilen der Flüssigkeit möglich.

Ansprüche

1. Strömungskanal für Flüssigkeiten,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine den Strömungskanal begrenzende
Wand derart ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit
5 mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und gleichzeitige
tangentielle Strömungskomponente hat.
2. Strömungskanal nach Anspruch 1.
dadurch gekennzeichnet, dass die Wand derart ausgebildet ist, dass sich
10 bereichsweise oder vollständig eine zirkulierende Spiralströmung ausbildet.
3. Strömungskanal nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt des Strömungskanals
nicht zylindrisch und in axialer Richtung in sich tordiert ist, so dass sich bei
15 Durchströmen der Flüssigkeit mindestens bereichsweise eine spiralförmige
Strömung einstellt.
4. Strömungskanal nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Länge eines vollständig einmal in sich
20 verwundenen Rohrabschnitts (Wellenlänge) in einem bestimmten Verhältnis zu der
Länge der kleinsten Halbierenden der Querschnittsfläche des Strömungskanals
steht, welches im Bereich 6 bis 7, besonders bevorzugt im Bereich von 6,44 liegt.
5. Strömungskanal für Flüssigkeiten, insbesondere nach einem der vorstehenden
25 Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die den Strömungskanal begrenzende Wand so
geformt ist, dass der freie Strömungsquerschnitt des Strömungsrohres im
Wesentlichen oval ist.
- 30 6. Strömungskanal nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Länge der längeren Achse des
ovalen Strömungsquerschnitts zu der kürzeren Achse des Strömungsquerschnitts
größer als 1, vorzugsweise größer oder gleich $\sqrt{2}$ ist.

7. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt sich in Strömungsrichtung verjüngt.

5 8. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt sich in Strömungsrichtung erweitert.

9. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt viereckig, dreieckig, sechseckig oder achteckig ist.

10. Strömungskanal nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er als Rohr ausgebildet ist.

15

11. Strömungskanal für Flüssigkeiten, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche wobei der Strömungskanal so ausgebildet ist, dass sich innerhalb des Kanals bei Durchströmen einer Flüssigkeit im Wesentlichen zwei Strömungsbereiche ausbilden, die sich nicht oder kaum durchdringen und die nach
20 Art einer Doppelhelix umschlungen sind.

12. Strömungskanal nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb eines jeden Strömungsbereichs weitere Unterströmungsbereiche ausbilden, die ihrerseits wiederum
25 miteinander verschlungen sind.

13. Strömungskanal nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kernströmungskanäle im Wesentlichen im Querschnitt kreisförmig ausgebildet sind und einen
30 Hauptfluidstrom bilden, und dass in dem Bereich des Strömungsrohrs, der nicht von den Hauptstromkernen besetzt ist, sich ein oder mehrere Nebenströme ausbilden, wobei zwischen einem Hauptstrom und einem Nebenstromgebiet kein oder bevorzugt nur ein geringer Fluidaustausch stattfindet und bevorzugt im Nebenstromgebiet Fremdkörper im gesamten
35 Fluidstrom transportiert werden.

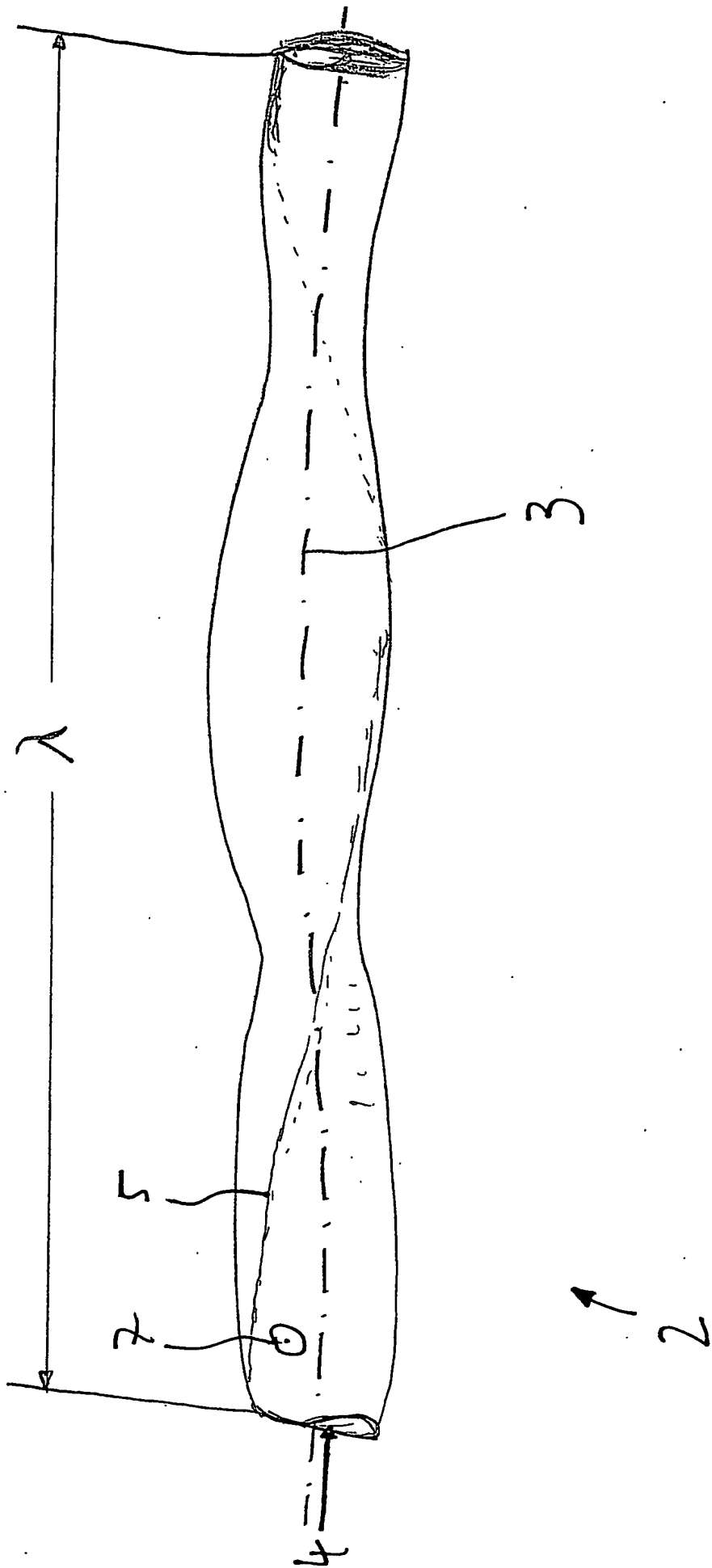
Zusammenfassung

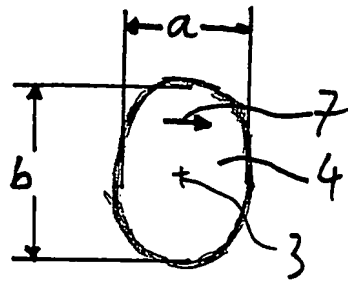
Die Erfindung betrifft einen Strömungskanal für Flüssigkeiten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten oder auch Gase bereitzustellen, der so gestaltet ist, dass möglichst geringe Verluste
5 bei der Strömung, insbesondere geringe Reibungsverluste auftreten. Weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten anzugeben, bei dem sich unterschiedliche Strömungsbereiche einstellen.

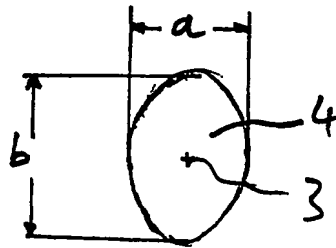
Strömungskanal für Flüssigkeiten, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine
10 den Strömungskanal begrenzende Wand derart ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und gleichzeitige tangential Strömungskomponente hat.

Fig. 1

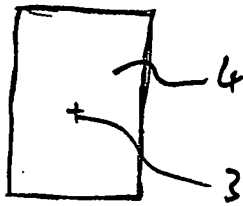




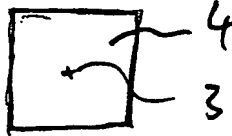
a)



b)



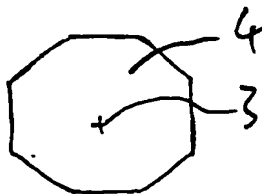
c)



d)



e)



f)

Fig. 2

3/4

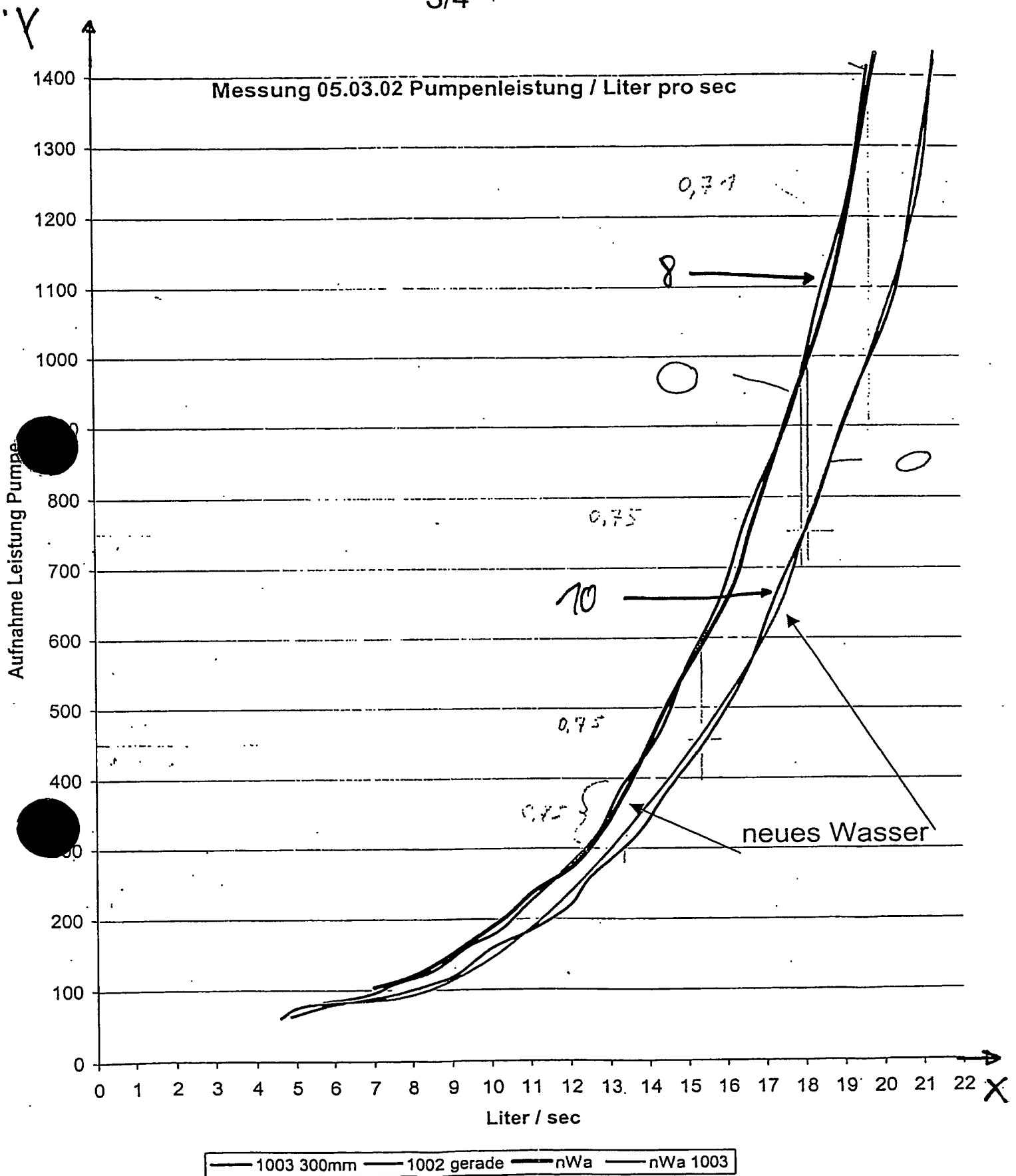


Fig. 3

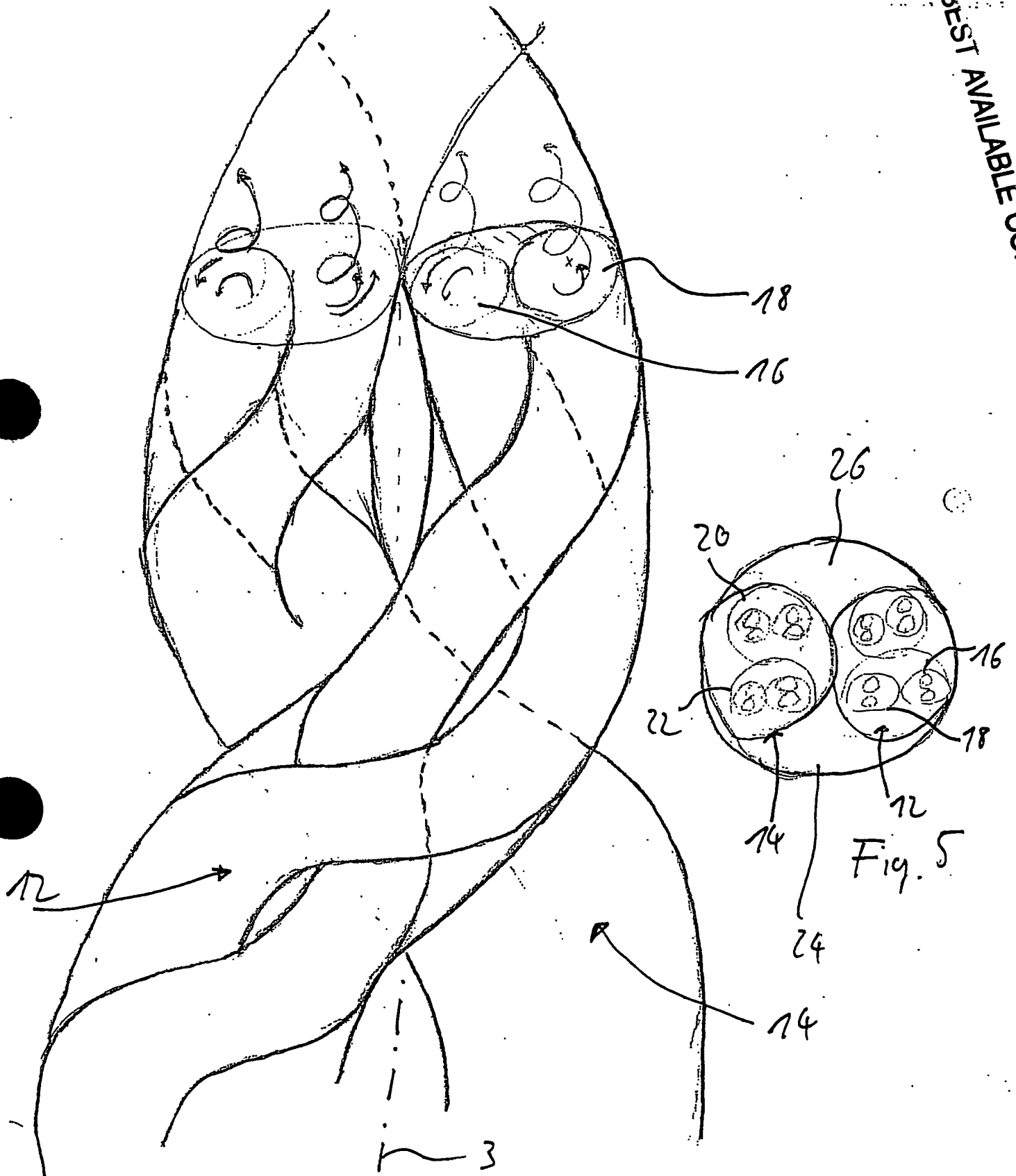


Fig. 4